

German Application DE 297 15 911

Translation of page 10, lines 19-24.

German Text	English Translation
Als Dichtringmaterial fand ein polyurethan mit einer Harte von ca. 95 Shore A Verwendung. Elastomerische Werkstoffe werden bevorzugt. Jedoch lassen sich auch mit sogenannten zahelastischen Werkstoffen, z.B. polytetrafluorethylen und dessen kaltfluBarme Varianten gute Ergebnisse erwarten.	The sealing ring comprises polyurethane with a Shores Hardness of approximately 95. Elastomeric materials are preferred, however good results are suggested with materials such as polytetrafluoroethylene and its variants.



①⑨ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Gebrauchsmuster**
⑩ **DE 297 15 911 U 1**

⑤① Int. Cl.⁶:
F 16 J 15/10

②① Aktenzeichen:	297 15 911.9
②② Anmeldetag:	4. 9. 97
④⑦ Eintragungstag:	25. 2. 99
④③ Bekanntmachung im Patentblatt:	8. 4. 99

⑦③ Inhaber:
Fa. Carl Freudenberg, 69469 Weinheim, DE

⑤④ Dichtungsanordnung

DE 297 15 911 U 1

DE 297 15 911 U 1

Merkel Freudenberg Fluidtechnik GmbH,
Hamburg

RICHARD GLAWE, Dr.-Ing. (1952-1985)
KLAUS DELFS, Dipl.-Ing., Hamburg
WALTER MOLL, Dipl.-Phys. Dr. rer. nat., München
HEINRICH NIEBUHR, Dipl.-Phys. Dr. phil. habil., Hamburg
ULRICH GLAWE, Dipl.-Phys. Dr. rer. nat., München
BERNHARD MERKAU, Dipl.-Phys., München
CHRISTOF KEUSSEN, Dipl.-Chem. Dr. rer. nat., Hamburg

Postfach 26 01 62
80053 München

Postfach 13 03 91
20103 Hamburg

Liebherrstraße 20
80533 München

Rothenbaumchaussee 58
20148 Hamburg

Tel. (089) 22 46 65
Telefax (089) 22 39 38 (G3)
Telex 5 22 505

Tel. (040) 4 10 20 08
Telefax (040) 45 89 84 (G4,G3)

HAMBURG,

p 17795/97
D/MM

Dichtungsanordnung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Dichtungsanordnung zwischen einem Hoch- und einem Niederdruckraum. Ein Dichtstreifen ist in einem Einbauraum angeordnet, der einerseits von
5 einer Gegendichtfläche eines ersten Bauteils und andererseits von einer der Gegendichtfläche gegenüberliegenden Seitenfläche und einer quer zur Gegendichtfläche verlaufenden, niederdruckseitigen Stützfläche eines zweiten Bauteils begrenzt ist. Der aus elastischem Material bestehende Dichtstreifen
10 ist so vorgespannt, daß seine mit der Gegendichtfläche zusammenwirkende Seitenfläche zumindest in ihrem hochdruckseitigen Teil an der Gegendichtfläche anliegt, wenn im Hoch- und Niederdruckraum Druckgleichheit herrscht. Im Zustand maximaler Druckdifferenz liegt diese Seitenfläche des Dichtrings im wesentlichen vollständig an der Gegendichtfläche an. Beispiels-
15 weise kann es sich um eine Nutring handeln (Trutnovsky: Berührungsdichtungen, 2. Aufl., S. 232), deren Dichtlippen sowohl gegen die Gegendichtfläche als auch gegen die dieser gegenüberliegende Seitenfläche des Einbauraums elastisch vorge-

spannt sind, um bei Druckgleichheit eine Anfangsdichtung zu bewirken, und deren massiver niederdruckseitiger Teil ein wenig schmaler ausgebildet ist, als es der Distanz zwischen der Gegendichtfläche und der gegenüberliegenden Seitenfläche entspricht. Im Zustand der Druckgleichheit hat der Dichtstreifen in seinem niederdruckseitigen Bereich Abstand von der Gegendichtfläche. Bei zunehmender Druckdifferenz wird der Dichtstreifen so verformt, daß sich seine der Gegendichtfläche zugewendete Seitenfläche mehr und mehr an dieser anlegt, bis schließlich im wesentlichen vollständige Anlage erreicht ist. Wird der Druck weiter gesteigert, so besteht die Gefahr, daß ein Teil des Dichtrings in den Spalt eingepreßt wird, der sich zwischen der Gegendichtfläche und der Kante der Stützfläche des Einbauraums öffnet. Es ist bekannt, dieser Gefahr dadurch zu begegnen, daß zwischen die Stützfläche des Einbauraums und die entsprechende Stirnfläche des Dichtrings ein sogenannter Backring aus widerstandsfähigem Material eingelegt wird, der praktisch spielfrei an der Gegendichtfläche anliegt. Dies ist nicht nur aufwendig, sondern auch mit vermehrtem Raumbedarf verbunden. Ferner kann man die Weite des Spalts durch Erhöhung der Passungsgenauigkeit verringern, was aber gleichfalls aufwendig und in vielen Fällen nicht durchführbar ist.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Dichtungsanordnung der im Oberbegriff des Anspruchs 1 genannten Art zu schaffen, deren Dichtstreifen einer geringeren Gefahr der Beschädigung im Dichtspalt ausgesetzt ist. Die erfindungsgemäße Lösung liegt in den Merkmalen der Ansprüche.

Danach wird auf der von der Gegendichtfläche abgewandten Seite des Dichtstreifens ein Querschnittsteil aus härterem Material vorgesehen, der das elastische Material des Dichtstreifens auf einen der Gegendichtfläche zugewandten Querschnittsteil beschränkt, dessen quer zur Gegendichtfläche gemessene Breite von der Hoch- zur Niederdruckseite abnimmt. Dieser den elastischen Bereich des Dichtstreifens zur Niederdruckseite

hin einengende Teil kann zur Begrenzung des Einbauraums gehören oder auch ein gesonderter, in den Einbauraum eingelegter Streifen sein. Er kann auch ein einstückig und fest mit dem elastischen Material verbundener Teil des Dichtstreifens
5 sein.

Dieser Lösung liegt folgendes Wirkungsprinzip zugrunde. Mit steigender Druckdifferenz zwischen Hoch- und Niederdruckraum wird der Dichtstreifen zwischen seiner druckbeaufschlagten
10 Stirnfläche einerseits und der niederdruckseitigen Stützfläche des Einbauraums andererseits zusammengepreßt. Da das Material des Dichtstreifens im wesentlichen inkompressibel ist, ist die Zusammenpressung parallel zur Gegendichtfläche verbunden mit einer Dehnung des Dichtstreifens in Richtung quer
15 zur Gegendichtfläche. Das bedeutet, daß die der Gegendichtfläche zugewendete Seitenfläche des Dichtstreifens sich dieser annähert und sich zunehmend daran anlegt. In denjenigen Bereichen, in denen sie bereits an der Gegendichtfläche anliegt, erhöht sich der Anlagedruck. Die Querdehnung ist pro-
20 portional der Abmessung des sich dehnenden Teils quer zur Gegendichtfläche. Wird nun erfindungsgemäß diese Querabmessung bereichsweise, nämlich im niederdruckseitigen Teil des Dichtstreifens, verringert, so wird auch diese Querdehnung bereichsweise entsprechend verringert. Somit wird durch die
25 erfindungsgemäße Maßnahme der Vorgang der fortschreitenden Anlage des Dichtstreifens an der Gegendichtfläche im niederdruckseitigen Teil des Dichtstreifens gehemmt. Dadurch kann erreicht werden, daß der Dichtstreifen den Spalt zwischen der Gegendichtfläche und der benachbarten Kante der Stützfläche
30 des Einbauraums nicht oder bei höherem Druck erreicht, als dies bei bekannten Bauarten der Fall ist. Die Gefahr der Beschädigung des Dichtrings durch Extrusion in den Spalt wird dadurch ausgeschaltet bzw. verringert.

35 Dieser Effekt kann dadurch gefördert werden, daß die niederdruckseitige Stirnfläche des Streifens im Zustand der Druckgleichheit lediglich mit einem der Gegendichtfläche ferneren

Bereich an der Stützfläche anliegt und sich mit ihrem der Gegendichtfläche näheren Bereich erst im Laufe der mit einer Steigerung der Druckdifferenz zunehmenden Verformung des Dichtstreifens an der Stützfläche anlegt. Beispielsweise kann
5 zwischen der Stirnfläche des Dichtstreifens und der zugehörigen Stützfläche des Einbauraums ein Keilspalt vorgesehen sein, der sich sukzessive mit zunehmender Druckdifferenz schließt, wobei er sich in der Nachbarschaft der Gegendichtfläche ganz zuletzt schließt. Dies hat zur Folge, daß der
10 Querschnittsbereich des Dichtstreifens, der dem Spalt zwischen der Gegendichtfläche und der Kante der Stützfläche am nächsten liegt, erst bei vergleichsweise hoher Druckdifferenz einer Verformung ausgesetzt wird, die zu seiner Annäherung an den Spalt führen könnte. Ferner wird dadurch, daß der
15 Dichtstreifen in einem der Gegendichtfläche ferner liegenden Bereich nur oder stärker abgestützt wird, ein Moment auf ihn ausgeübt, unter dessen Wirkung er sich hochdruckseitig der Gegendichtfläche zu nähern und niederdruckseitig von dieser zu entfernen trachtet.

20 Die Verringerung der Extrusionsgefahr ermöglicht die Überbrückung größerer Spalte hinter der Dichtung und die Nutzung von Dichtungswerkstoffen, die bislang wegen zu geringer Extrusionsfestigkeit nicht eingesetzt werden konnten. Sie führt
25 auch zu geringerer Reibung infolge geringerer Anlagefläche bzw. geringerer Kontaktpressung zwischen dem Dichtstreifen und der Gegendichtfläche. Bei gleicher zulässiger Spaltweite werden höhere zulässige Betriebsdrücke ermöglicht. Einsatzbereiche für höchste Druckanforderungen (Größenordnung 1000 bar
30 und darüber) werden erreicht. Beim Einsatz als Stangen- oder Kolbendichtung wird das Rückfördervermögen verbessert; infolge der geringeren Dichtpressung bzw. des kleineren Pressungsgradienten am niederdruckseitigen Ende des Dichtspalts kann nämlich das hier befindliche Medium durch die Bewegung der
35 Gegendichtfläche leichter in den Dichtspalt eingezogen werden. Das verbesserte Rückfördervermögen verbessert die Dicht-

wirkung und die Schmierung des Dichtstreifens und vergrößert damit seine Lebensdauer.

Die verschiedenen oben erläuterten Mittel, die zum Ziel haben, daß der niederdruckseitige Teil des Dichtstreifens von dem ihn gefährdenden Spalt ferngehalten wird, können kombiniert oder auch jeweils gesondert angewendet werden, so daß sie sowohl in Kombination als auch gesondert Schutz verdienen.

10

Die Erfindung wird im folgenden näher unter Bezugnahme auf die Zeichnung erläutert, die verschiedene, vorteilhafte Ausführungsbeispiele veranschaulicht. Es zeigen:

- Fig. 1 eine erste Ausführungsform eines Dichtstreifens im Querschnitt im entspannten Zustand mit zugehörigem Einbauraum,
- Fig. 2-4 unterschiedliche Verformungszustände dieser Dichtungsanordnung,
- Fig. 5-12 Formvariationen der ersten Ausführungsform im druckdifferenzfreien Zustand und
- Fig. 13-15 eine weitere Ausführungsform der Erfindung in unterschiedlichen Verformungszuständen.

Bei der folgenden Beschreibung wird vorausgesetzt, daß die Ausführungsbeispiele als Rotationskörper ausgebildet sind und der Dichtstreifen somit ein Dichtring ist. Es versteht sich aber, daß die Erläuterungen auch für gestreckte Ausführungsformen gelten.

Im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 erkennt man die Querschnittsdarstellung eines Nutrings 1 mit einer Lippe 2, die zur Gegendichtfläche 3 hin vorgespannt ist, die von der zylindrischen Oberfläche einer in ihrer Längsrichtung bewegten Stange gebildet sein kann. Eine zweite Lippe 4 besitzt Übermaß gegenüber der der Gegendichtfläche 3 gegenüberliegenden Umfangsfläche 5 des Einbauraums, der niederdruckseitig durch

eine Stützfläche 6 begrenzt wird. Der Stützfläche 6 entspricht am Nutring 1 die Stirnfläche 7. In Fig. 1 ist der Nutring im entspannten Zustand gezeichnet, d.h. ohne Rücksicht auf die Abmessungen des Einbauraums. Nach der Montage ergibt sich im Zustand der Druckgleichheit zwischen Hoch- und Niederdruckraum der in Fig. 2 dargestellte Querschnitt, in welchem die Lippen 2 und 4 des Nutrings unter Vorspannung an der Gegendichtfläche 3 bzw. der dieser gegenüberliegenden Umfangsfläche 5 anliegen.

10

Nicht nur im Bereich der Lippe 4, sondern auch in seinem niederdruckseitigen, massiven Querschnittsbereich 8 hat der Dichtring 1 Übermaß gegenüber der Umfangsfläche 5 des Einbauraums, so daß er radial nach außen, also von der Gegendichtfläche 3 weg, elastisch vorgespannt ist.

15

Im differenzdruckfreien Einbauzustand (Fig. 2) liegt lediglich die Lippe 2 des Dichtrings an der Gegendichtfläche 3 an. Niederdruckseitig davon befindet sich ein Spalt 15 zwischen der Gegendichtfläche 3 und der damit zusammenwirkenden Umfangsfläche 16 des Dichtrings 1, dessen Weite zur Niederdruckseite hin zweckmäßigerweise zunimmt. Hingegen liegt die der Gegendichtfläche 3 ferne Umfangsfläche des Dichtrings 1 vollflächig an der Seitenfläche 5 des Einbauraums 17 an. Dies beruht auf dem Durchmesserübermaß des Dichtrings 1 gegenüber der Seitenfläche 5 des Einbauraums und der dadurch erzeugten, von der Gegendichtfläche 3 weggerichteten Vorspannung des Dichtrings 1. Dies ist ein Mittel, um den sich zur Niederdruckseite hin öffnenden Spalt 15 zwischen dem Dichtring und der Gegendichtfläche 3 aufrecht zu erhalten.

20

25

30

Die Stützfläche 6 des Einbauraums und die Stirnfläche 7 des Dichtrings 1 sind stufig ausgebildet, und zwar im dargestellten Beispiel in Form von drei Stufen, die quer zur Gegendichtfläche 3 verlaufende Stufenflächen 6a, b, c bzw. 7a, b, c bilden. Sie werden verbunden durch parallel zur Gegendichtfläche 3 verlaufende Verbindungsflächen 9 bzw. 10. Die paral-

35

5 lel zur Gegendichtfläche 3 gemessenen Abmessungen der Stufen
sind unterschiedlich. Die Stufenhöhen 11a, b der Stützfläche
sind deutlich höher als die Stufenhöhen 12a, b der Dichtring-
Stirnfläche. Daraus folgt, daß im druckdifferenzfreien Ein-
10 bauzustand (Fig. 2) die Stirnfläche 7 des
Dichtrings 1 lediglich über die Stufenfläche 7a, also fern
von der Gegendichtfläche 3, an dem entsprechenden Teil 6a der
Stützfläche anliegt, während in den der Gegendichtfläche 3
näher liegenden Stufen 6b/7b und 6c/7c ein zur Gegendichtflä-
15 che zunehmender Abstand vorhanden ist. Die Stufenhöhe 12 beim
Dichtring liegt zweckmäßigerweise in der Größenordnung von
75-95% der Stufenhöhe 11 bei der Stützfläche. Die Stufenkan-
ten sind abgerundet.

15 Die der Gegendichtfläche 3 nächste Stufenfläche 6c der Stütz-
fläche endet in einer Kante 13, die mit der Gegendichtfläche
3 den extrusionsgefährdenden Spalt 14 einschließt.

20 Die radialen Abmessungen der Stufen a und b der Stützfläche 6
und des Dichtrings 1 sind im Einbauzustand (Fig. 2) gleich
oder sehr ähnlich. Hingegen ist die Breite der der Gegen-
dichtfläche 3 nächsten Stufenflächen 6c und 7c am Dichtring
beträchtlich kleiner als an der Stützfläche, um in diesem Be-
reich den Abstand 15 zu sichern.

25 In dem Querschnitt des Nutrings gemäß Fig. 2 ist ein Netz von
Flächenelementen eingezeichnet, die der Berechnung ihrer Ver-
formung unter verschiedenen Druckzuständen nach der Finite-
Elemente-Methode dienen. Das Ergebnis findet sich in den Fig.
30 3 und 4. Das Netz dieser Flächenelemente macht die Verformung
des Dichtrings in unterschiedlichen Druckzuständen anschau-
lich. Bei der Betrachtung der Fig. 2 ist davon auszugehen,
daß das Netz im entspannten Zustand des Dichtrings hauptsäch-
lich aus quadratischen Elementen zusammengesetzt wurde, wobei
35 lediglich die Randbereiche und insbesondere die Zonen, in de-
nen höhere Beanspruchung und Verformung zu erwarten sind, mit
einem dichteren Netz überzogen sind. Fig. 2 zeigt bei den ur-

sprünglich quadratischen Elementen vor allem im Bereich der Lippen 2 und 4 Formabweichungen, die auf ihre elastische Vorspannung bei der Montage zurückgehen und vergleichsweise gering sind. Man erkennt insbesondere, daß die in Fig. 2 quer zur Gegendichtfläche 3 verlaufenden Netzlinien nur eine geringe Abweichung von der Geraden zeigen.

Das ändert sich, wenn gemäß Fig. 3 druckseitig ein Überdruck aufgebracht wird. Dann wird der Dichtring auch gegen die Stützflächenanteile 6b und 6c gepreßt, wobei Verformungen stattfinden, die den Höhenunterschied der Stufen wettmachen. Die zuvor etwa gerade und rechtwinklig zur Gegendichtfläche 3 durchlaufenden Linien sind nun S-förmig gekrümmt und zeigen an, daß der Dichtringquerschnitt auf seiner der Gegendichtfläche nahen Seite stärker abgesenkt ist als auf der anderen. Die Kompression des Dichtrings parallel zur Gegendichtfläche 3 und seine entsprechende Expansion quer dazu beschränkt sich in diesem Zustand im wesentlichen auf den der Gegendichtfläche fernliegenden Bereich 20 oberhalb der Stütz- und Stirnflächenanteile 6a bzw. 7a. Dabei vergrößert sich die Anlagefläche 21 des Dichtrings an der Gegendichtfläche 3. In dem Querschnittsbereich 22, der dem Spalt 14 besonders nahe liegt, hat sich hingegen kaum Verformung zugetragen, was man daran erkennt, daß die ursprünglich quadratischen Flächenelemente in diesem Bereich ihre Gestalt kaum verändert haben. Demzufolge ist in diesem Bereich 22 auch noch keine wesentliche Querdehnung zu verzeichnen, die zu einer Annäherung der Dichtringoberfläche 16 in diesem Bereich an die Gegendichtfläche hätte führen können.

30

Es ist aber nicht nur die geringe Verformung dieses Querschnittsteils 22, die ihn in Abstand von der Gegendichtfläche hält. Vielmehr wird auf den Querschnitt des Dichtrings ein Drehmoment ausgeübt, das darauf beruht, daß er außermittig hauptsächlich oberhalb der Flächenelemente 6a, 7a gegenüber der von oben einwirkenden Druckkraft abgestützt wird. Dieses Drehmoment führt dazu, daß der untere Querschnittsteil 22 des

Dichtrings die Tendenz hat, von der Gegendichtfläche 3 wegbe-
wegt zu werden.

Wird die Druckdifferenz gemäß Fig. 4 weiter gesteigert, so
5 verformt sich der Dichtring im Sinne einer Füllung der auf
seiner Niederdruckseite noch bestehenden Leerräume. Da der
dem Spalt 14 nahe Querschnittsteil 22 oberhalb der Flä-
chenelemente 6c, 7c wesentlich schmaler als die sonst in die-
sem Bereich zur Verfügung stehende Breite des Dichtrings ist,
10 muß er sich zur Füllung des neben ihm befindlichen Leerraums
15 wesentlich stärker verformen als es bei bekannten Anord-
nungen der Fall ist, was man in Fig. 4 an der extremen Quer-
dehnung der im Ausgangszustand quadratischen Flächenelemente
dieses Bereichs erkennt. Diese Querdehnung ist ersichtlich
15 wesentlich größer als oberhalb der Stütz- und Stirnflä-
chenelemente 6b, 7b und 6a, 7a. Je mehr sich der in Anlage an
der Gegendichtfläche 3 befindliche Teil 23 der Umfangsfläche
16 des Dichtrings dem Spalt 14 nähert, um so größere Verfor-
mung der Querschnittselemente des Dichtrings ist also erfor-
20 derlich und um so größer sind auch die elastischen Rückstell-
kräfte, die im Dichtring seiner Anlage an der Gegendichtflä-
che 3 entgegenwirken. Daraus folgt zum einen, daß der Dicht-
ring sich nahe dem Spalt 14 unter sonst gleichen Form- und
Druckverhältnissen im Zusammenhang mit der Erfindung erst bei
25 wesentlich größeren Druckdifferenzen an der Gegendichtfläche
anlegt als bei bekannten Dichtungsanordnungen und daß er da-
her bis zu größeren Druckdifferenzen ohne Beschädigungsgefahr
durch den Spalt 14 verwendbar ist als bekannte. Zum anderen
folgt daraus, daß der Anlagedruck des Dichtrings in dem dem
30 Spalt 14 nahen Bereich geringer ist als bei entsprechenden
bekannten Anordnungen und daß demzufolge das abzudichtende
Medium, das bei einer Bewegung der Gegendichtfläche 3 in der
Richtung von der Hoch- zur Niederdruckseite durch die Dich-
tungsanordnung zur Niederdruckseite hindurchgetreten sein
35 mag, bei der Rückbewegung der Gegendichtfläche wieder in den
Dichtspalt eingezogen und zurückgefördert wird. Die gesamte
Leckmenge wird dadurch verringert; das Dichtvermögen der er-

findungsgemäßen Anordnung ist entsprechend größer, und der Dichtring wird besser geschmiert als bekannte Anordnungen.

Man erkennt anhand dieser Erläuterung, daß die erfindungsge-
mäße Wirkung darauf beruht, daß die Stützfläche 7
die Breite des elastischen Dichtringmaterials um so mehr ver-
ringert, je näher dieses der Niederdruckseite und dem Spalt
14 liegt. Die Breite des dem Spalt 14 nächsten Stufenbereichs
22 sollte unabhängig von der Stufenzahl zwischen 5 und 60%
10 der Gesamtbreite des Rings (Abstand zwischen den Flächen 3
und 5), vorzugsweise zwischen 20 und 50% liegen.

Versuche haben gezeigt, daß eine Dichtungsanordnung gemäß
Fig. 1 bis 4 bis zu Drücken von der Größenordnung 500 bar be-
15 triebsfähig ist. In der Versuchsanordnung hatte der Dichtring
eine gesamte, parallel zur Gegendichtfläche 3 gemessene Höhe
von 10 mm, während der Radialabstand zwischen der Gegendicht-
fläche 3 und der ihr gegenüberliegenden Fläche 5 des Einbau-
raums 7,5 mm betrug. Als Dichtringmaterial fand ein Polyuret-
20 han mit einer Härte von ca. 95 Shore A Verwendung. Elastome-
rische Werkstoffe werden bevorzugt. Jedoch lassen sich auch
mit sogenannten zähelastischen Werkstoffen, z.B. Poly-
tetrafluorethylen und dessen kaltflußarme Varianten gute Er-
gebnisse erwarten.

25 Im Beispiel der Fig. 1 bis 4 ist die Stützfläche 6 dreistufig
ausgebildet. Es können auch mehr oder weniger Stufen vorgese-
hen werden können; beispielsweise sind im Ausführungsbeispiel
gemäß Fig. 5 zwei und im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 10
30 fünf Stufen vorgesehen.

Man erkennt auch, daß die erfindungsgemäße Wirkung unabhängig
von der druckseitigen Ausbildung des Dichtrings ist. Es ist
insbesondere nicht erforderlich, daß er als Nutring mit zwei
35 Lippen 2, 4 ausgeführt ist. Fig. 6 zeigt eine beliebige fla-
che Ausbildung, wobei die entspannte Form die Dichtrings
strichpunktiert angedeutet ist.

Zweckmäßig kann es auch sein, wenn gemäß Fig. 11 in den der Niederdruckseite näheren Stufen radiales Spiel zwischen den parallel zur Gegendichtfläche verlaufenden Verbindungsflächen 9 bzw. 10 vorgesehen ist.

In den Ausführungsbeispielen der Fig. 1 bis 6 und 10 werden die Stufen als Teil 18 einstückig von dem in der Zeichnung linken Bauteil gebildet. Man erkennt, daß statt dessen im Sinne des in Fig. 7 dargestellten Ausführungsbeispiels auch ein Einlegering 25 zur niederdruckseitigen Einengung des elastischen Teils des Dichtrings verwendet werden könnte.

In den Ausführungen gemäß Fig. 1 bis 7 sind die Stufen im wesentlichen rechteckig ausgeführt. Statt dessen kann auch gemäß Fig. 8 der Abstand zwischen Stütz- und Stirnfläche innerhalb jedes Stufenbereichs keilförmig verlaufen. Es ist auch möglich, lediglich die der Gegendichtfläche nächste Stufenflächenpaarung (in Fig. 1 bis 4 die Flächen 6c bzw. 7c) mit einem Keilspalt auszurüsten. Schließlich ist es möglich, daß die Stufen kurvig begrenzt sind, wie dies in Fig. 9 veranschaulicht ist. Es ist dort vorgesehen, daß die Stufenfläche 26 ihren höchsten Punkt 27 etwa in der Mitte zwischen der Gegendichtfläche 3 und der dieser gegenüberliegenden Seitenfläche 5 hat und auf der von der Gegendichtfläche entfernteren Seite dieses höchsten Punkts 27 wieder abfällt. Dadurch wird eine Art Tasche gebildet, die den niederdruckseitigen Teil der Rings von der Gegendichtfläche 3 fernhält. Bei den Ausführungen gemäß Fig. 1 bis 7 könnte jede oder könnten einzelne der Stufenflächen kurvig wie in Fig. 9 oder auch geradlinig geneigt sein.

Diese Taschenbildung kann auch in mehreren Stufen jeweils vorgesehen werden. So zeigt Fig. 12 eine dreistufige Ausführung, in der die quer zur Gegendichtfläche verlaufenden Stützflächen von der Gegendichtfläche weg zur Niederdruckseite hin abfallen. Auf die zugehörigen Stirnflächen des

Dichtstreifens wird dadurch eine Kraft ausgeübt, die sie von der Gegendichtfläche fernzuhalten bestrebt ist. Das gilt auch dann, wenn - wie gezeigt - die Stirnflächen mit den Stützflächen jeweils ein von der Gegendichtfläche weg sich vergrößerndes Spiel einschließen.

Die in den Beispielen der Fig. 1 bis 4, 8 und 10 in der Stützfläche 6 und der Stirnfläche 7 unterschiedlich vorgesehenen Stufenhöhen bewirken, daß dort der der Niederdruckseite nächstliegende Querschnittsteil 22 unterhalb einer gewissen Druckdifferenzstufe praktisch nicht an der Verformung teilnimmt. Dies ist zwar vorteilhaft, aber nicht unbedingt erforderlich, wie die Ausführungen gemäß Fig. 5 bis 7 zeigen, in denen eine solche unterschiedliche Stufenhöhe nicht vorgesehen ist. Vielmehr beruht die erfindungsgemäß zu erreichende Wirkung dort nur auf der Verringerung der Breite des elastischen Materials zur Niederdruckseite hin.

Dabei wurde davon ausgegangen, daß die Stützfläche 6 des Einbauraums und die Stirnfläche 7 des Dichtrings unverbunden sind. In Fig. 13 bis 15 ist nun ein Ausführungsbeispiel gezeigt, in welchem diese Flächen fest miteinander verbunden sind. Der Dichtring besteht aus zwei Querschnittsteilen, nämlich einem Querschnittsteil 30 aus elastisch nachgiebigem Material und einem Querschnittsteil 31, das einen wesentlich höheren Elastizitätsmodul aufweist und beispielsweise aus Metall besteht. Die Querschnittsteile 30 und 31 sind in der Grenzfläche 32 fest miteinander verbunden, beispielsweise durch Vulkanisierung. Die Grenzfläche verläuft in solcher Weise, daß die Breite des elastischen Teils 30 zur Niederdruckseite hin abnimmt. In dem dem Spalt 14 nächstliegenden Bereich 33 hat sie eine Breite, die nur noch bei 5-30% der gesamten Breite zwischen Gegendichtfläche 3 und der gegenüberliegenden Fläche 5 des Einbauraums liegt. Ferner ist die Breite des Bereichs 33 im Mittel nicht viel größer, teilweise sogar geringer als die Breite des zwischen diesem Bereich 33 und der Gegendichtfläche befindlichen Zwischenraums 34 im

druckdifferenzfreien Zustand. Wie klein die Breite des Bereichs 33 im Verhältnis zur Breite des Zwischenraums 34 gemacht werden kann, hängt von der elastischen Verformbarkeit des Materials ab. Sie läßt sich durch Versuch leicht ermitteln. Die Querschnittsform des Ringteils 31 ist durch Stufen einer Dreiecksform angenähert.

Dadurch, daß der Bereich 33 an dem härteren Ringteil 31 festgehalten ist, sind beträchtliche Drücke erforderlich, um die Umfangsfläche 16 des elastischen Teils 30 bis hin zur Nähe zum Spalt 14 zur Anlage an der Gegendichtfläche 3 zu bringen. Dies wird deutlich beim Vergleich der Fig. 13 und 14, die den Dichtring zum einen im druckdifferenzfreien Einbauzustand und zum anderen bei hoher Druckdifferenz zeigen. An der Deformation der ursprünglich quadratisch zu denkenden Querschnittselemente in Fig. 14 erkennt man, daß hohe elastische Kräfte der Anlage des Dichtrings im niederdrucknahen Bereich an der Gegendichtfläche entgegenwirken.

In allen dargestellten Beispielen ist vorausgesetzt, daß zumindest im niederdrucknahen Bereich die Umfangsfläche 16 des Dichtrings im druckdifferenzfreien Einbauzustand einen Abstand 15, 34 von der Gegendichtfläche 3 besitzt. Jedoch ist dies nicht in allen Fällen erforderlich.

Wenn die Stirnfläche des Dichtrings und die damit zusammenwirkende Stützfläche von getrennten Teilen gebildet sind, sollten sie bzw. ihre Stufenelemente im wesentlichen rechtwinklig zur Gegendichtfläche oder in Richtung von der Gegendichtfläche weg niederdruckwärts (Fig. 12) verlaufen. Eine geringe Neigung im entgegengesetzten Sinn kann unschädlich sein. In dem der Gegendichtfläche 3 nächstliegenden Abschnitt (6c in Fig. 1) ist eine nach innen niederdruckwärts gerichtete Neigung jedoch in der Regel nachteilig, weil dadurch eine zur Gegendichtfläche hin gerichtete Kraft auf den Dichtring ausgeübt wird.

04.09.97

14

Wenn aber die Stirnfläche des Dichtrings und die Stützfläche eines härteren Ringteils fest miteinander verbunden sind, können sie auch zur Gegendichtfläche hin und niederdruckwärts geneigt sein, wie das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 13 bis 5 15 im Bereich 35 zeigt.

Schutzansprüche

1. Dichtungsanordnung zwischen einem Hoch- und einem Niederdruckraum, die in einem Einbauraum (17), der einerseits von einer Gegendichtfläche (3) eines ersten Bauteils und andererseits von einer der Gegendichtfläche (3) gegenüberliegenden Seitenfläche (5) und einer quer zur Gegendichtfläche (3) verlaufenden, niederdruckseitigen Stützfläche (6) eines zweiten Bauteils begrenzt ist, einen Dichtstreifen (1) aus elastischem Material aufweist, dessen mit der Gegendichtfläche (3) zusammenwirkende Seitenfläche (16) im Zustand der Druckgleichheit der genannten Räume zumindest druckseitig und im Zustand maximaler Druckdifferenz größtenteils an der Gegendichtfläche anliegt, dadurch gekennzeichnet, daß auf der von der Gegendichtfläche (3) abgewandten Seite des Dichtstreifens ein Querschnittsteil (18, 25, 31) aus härterem Material vorgesehen ist, der das elastische Material auf einen der Gegendichtfläche (3) zugewandten Querschnittsteil beschränkt, dessen quer zur Gegendichtfläche (3) gemessene Breite geringer als die Gesamtbreite des Dichtstreifens ist.
2. Dichtungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Querschnittsteil (18) aus härterem Material einen Teil der Begrenzung (6) des Einbauraums bildet.
3. Dichtungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Querschnittsteil (25) aus härterem Material ein von dem Dichtstreifen (1) gesonderter, in den Einbauraum eingelegter Streifen ist.
4. Dichtungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Stützfläche (6) des Einbauraums und die Stirnfläche (7) des Dichtstreifens (1) im wesentlichen übereinstimmend stufenförmig ausgebildet

sind.

5. Dichtungsanordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß bei Druckgleichheit im Hoch- und Niederdruckraum die parallel zur Gegendichtfläche (3) gemessenen Stufenhöhen (11) in der Stützfläche (6) größer sind als die Stufenhöhen (12) in der Stirnfläche (7).
6. Dichtungsanordnung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand der Stufen von der Niederdruckseite mit ihrem Abstand von der Gegendichtfläche (3) zunimmt.
7. Dichtungsanordnung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Stufenflächen (6a,b,c; 7a,b,c) im wesentlichen rechtwinklig zur Gegendichtfläche verlaufen.
8. Dichtungsanordnung nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine der Gegendichtfläche (3) fernere Stufenfläche (26) in der von der Gegendichtfläche wegstrebenden Richtung zur Niederdruckseite hin geneigt ist.
9. Dichtungsanordnung nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die die Stufenflächen (6a,b,c; 7a,b,c) verbindenden Flächen parallel zur Gegendichtfläche (3) verlaufen.
10. Dichtungsanordnung nach einem der Ansprüche 4 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanten der Stufen (gegebenenfalls mit Ausnahme der der Gegendichtfläche (3) nächsten Kante) abgerundet sind.
11. Dichtungsanordnung nach einem der Ansprüche 4 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Breite der der Gegendichtfläche (3) nächsten Stufenfläche (7c) der Stirnfläche des

Dichtstreifens (1) geringer ist als die Breite der zugehörigen Stufenfläche (6c) der Stützfläche.

- 5 12. Dichtungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Dichtstreifen (1) sich im Querschnitt aus zwei fest miteinander verbundenen Querschnittsteilen (30, 31) unterschiedlichen Elastizitätsmoduls zusammensetzt, von denen der Teil (30) mit geringerem Elastizitätsmodul zumindest einen wesentlichen Teil der der Gegendichtfläche (3) zugewendeten Umfangsfläche (16) bildet und der
- 10 Teil (31) mit dem höheren Elastizitätsmodul in einem der Gegendichtfläche (3) fernereren Bereich parallel zur Gegendichtfläche gemessen eine größere Abmessung als in seinem der Gegendichtfläche nächsten Bereich hat.
- 15 13. Dichtungsanordnung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Querschnittsteil (31) mit dem höheren Elastizitätsmodul im wesentlichen Dreiecksquerschnitt aufweist.
- 20 14. Dichtungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Einbauraum (17), die Gegendichtfläche (3) und der Dichtstreifen (1) Rotationskörper sind.
- 25 15. Dichtungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der niederdruckseitige Teil des Dichtstreifens von der Gegendichtfläche (3) weg vorgespannt ist.
- 30 16. Dichtungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der niederdruckseitige Teil des Dichtrings im Zustand der Druckgleichheit Abstand (15, 34) von der Gegendichtfläche (3) hat.

Fig. 1

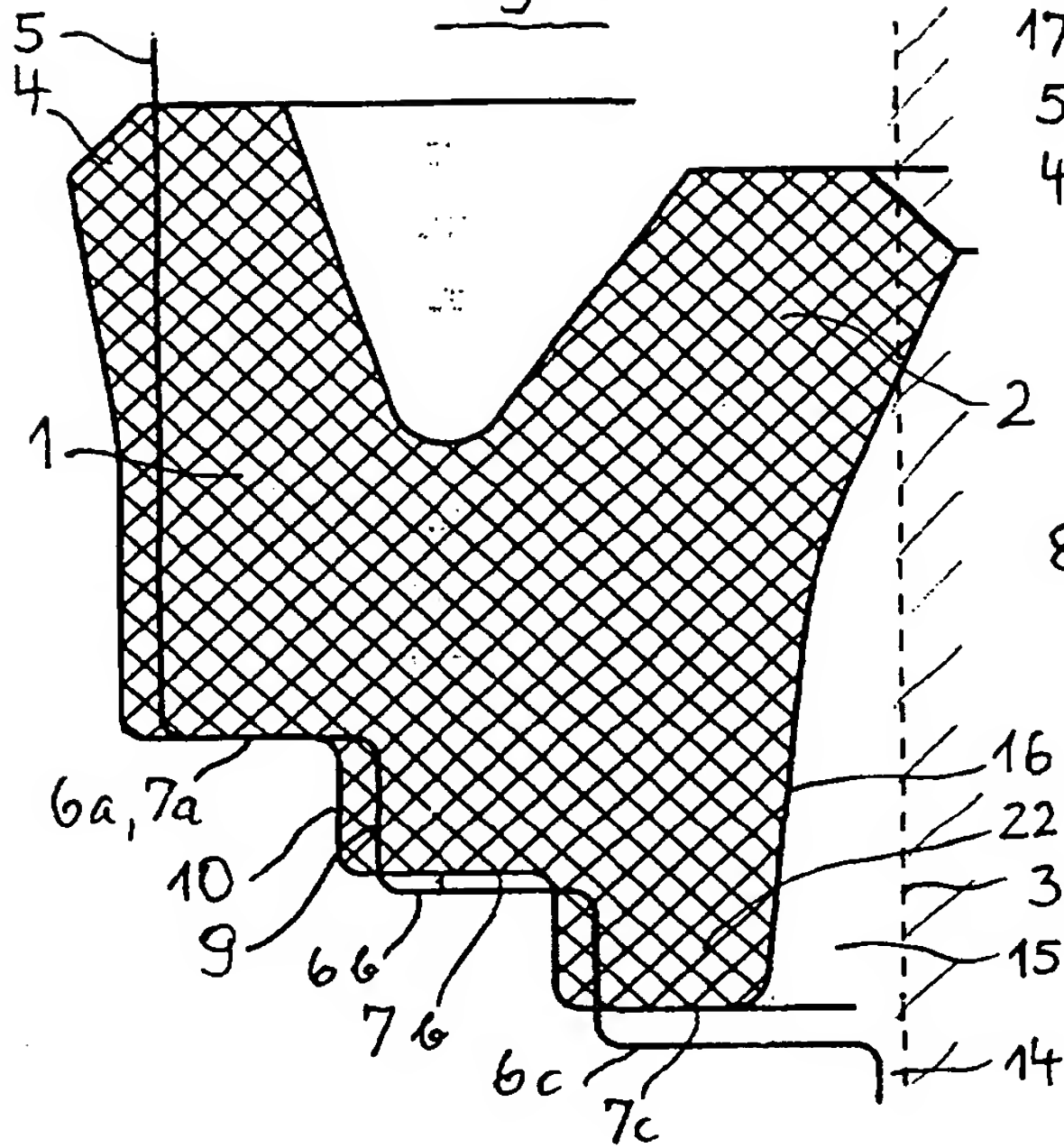


Fig. 2

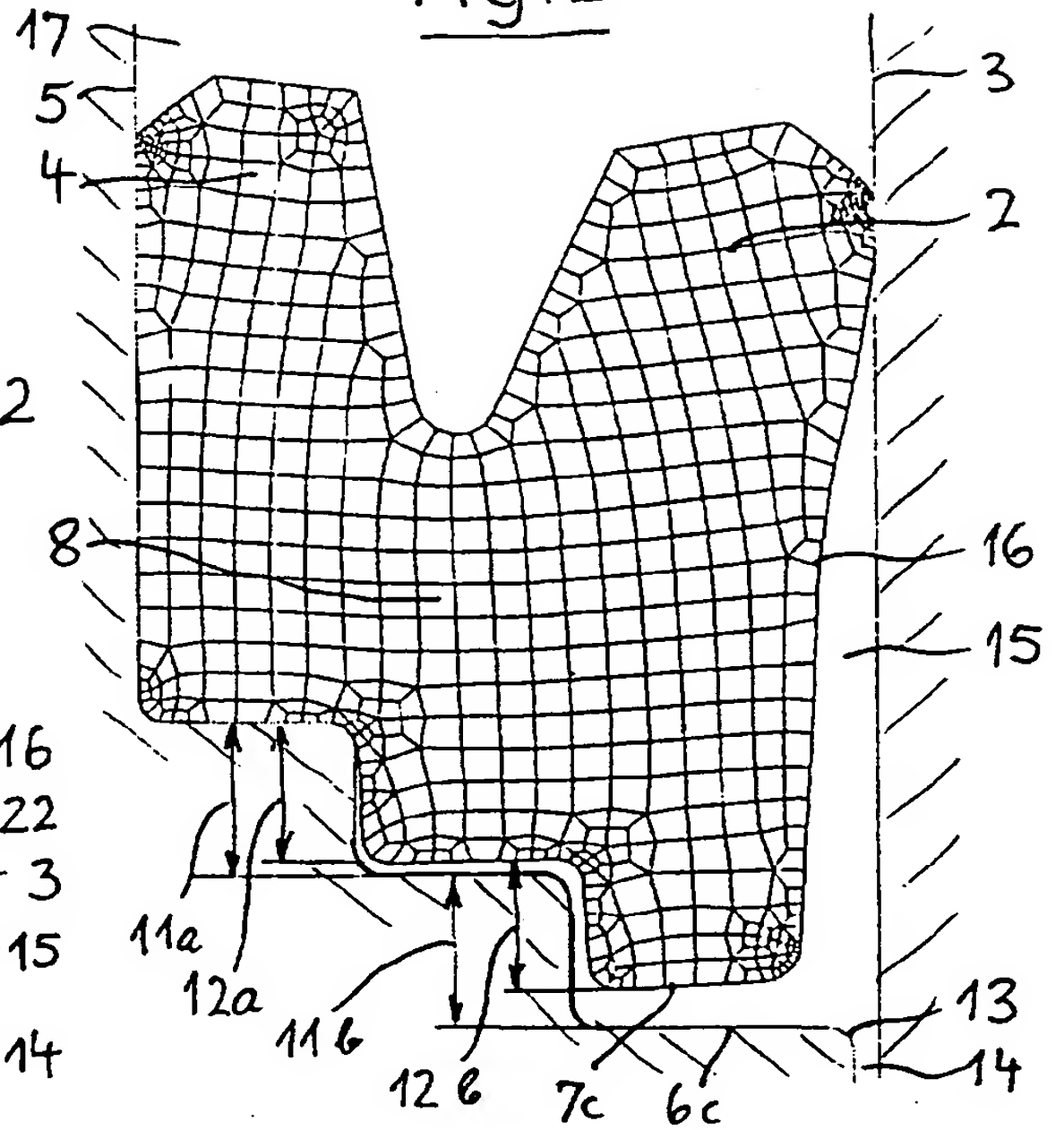


Fig. 3

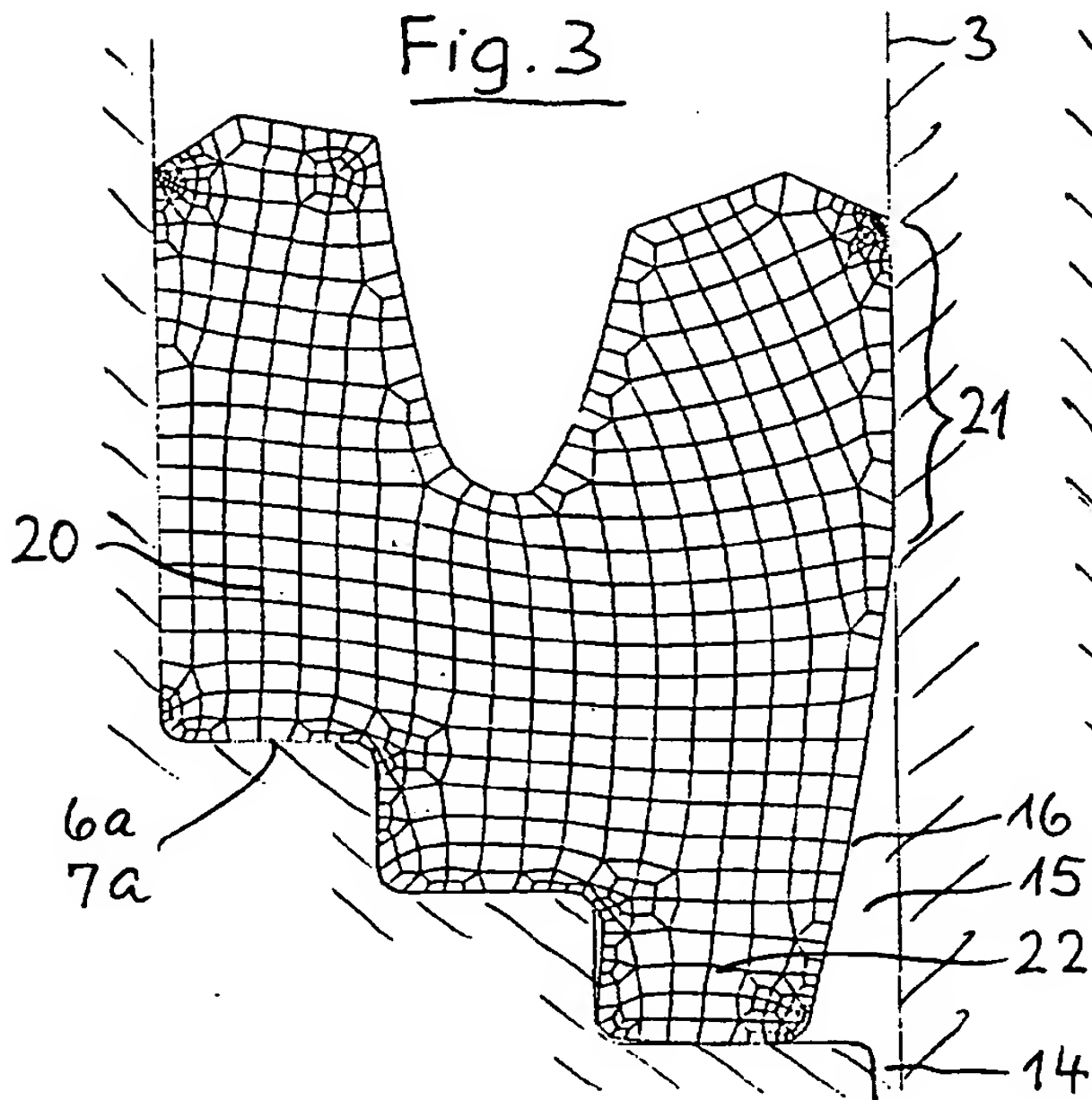
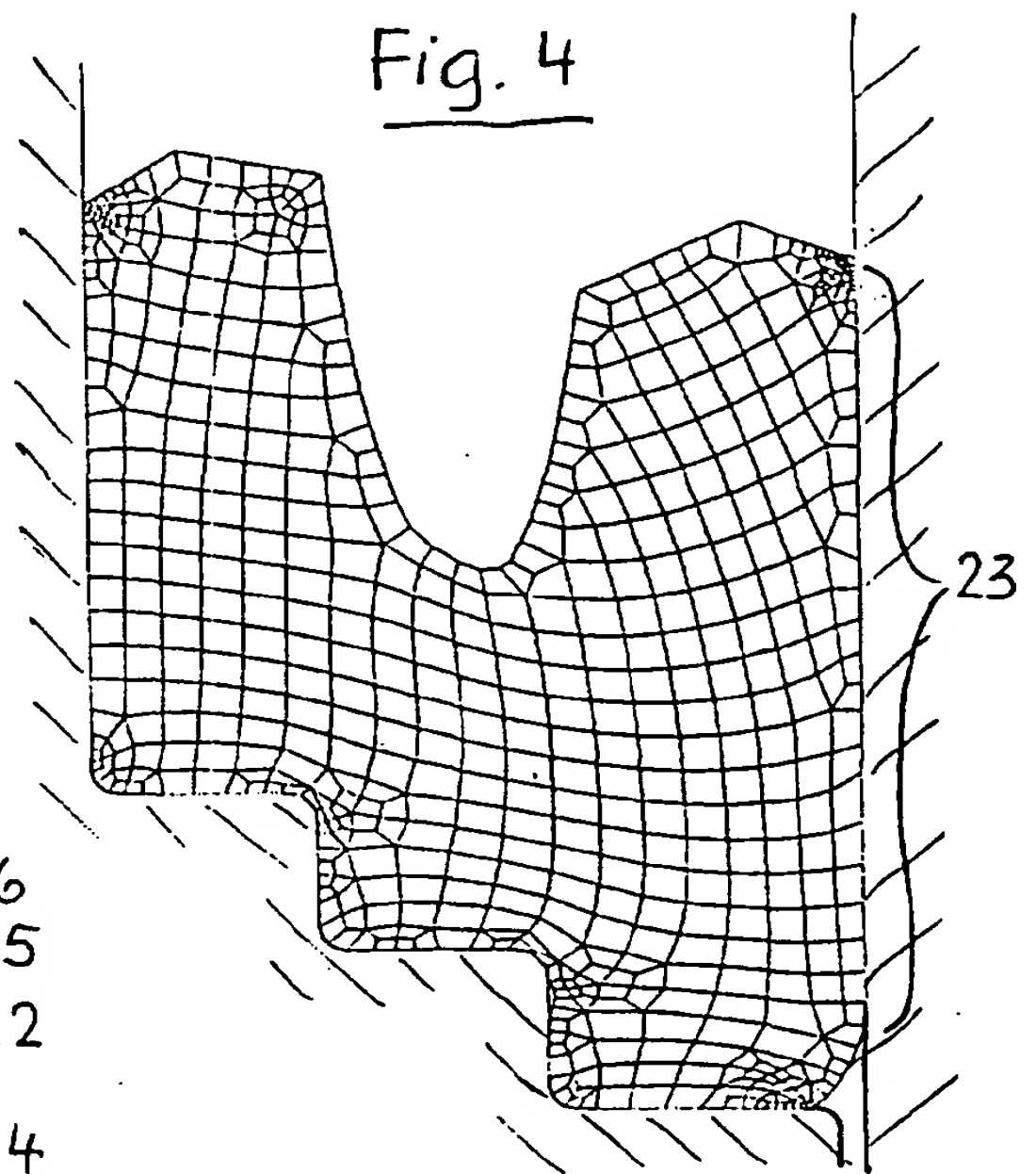


Fig. 4



04-09-97

Fig. 5

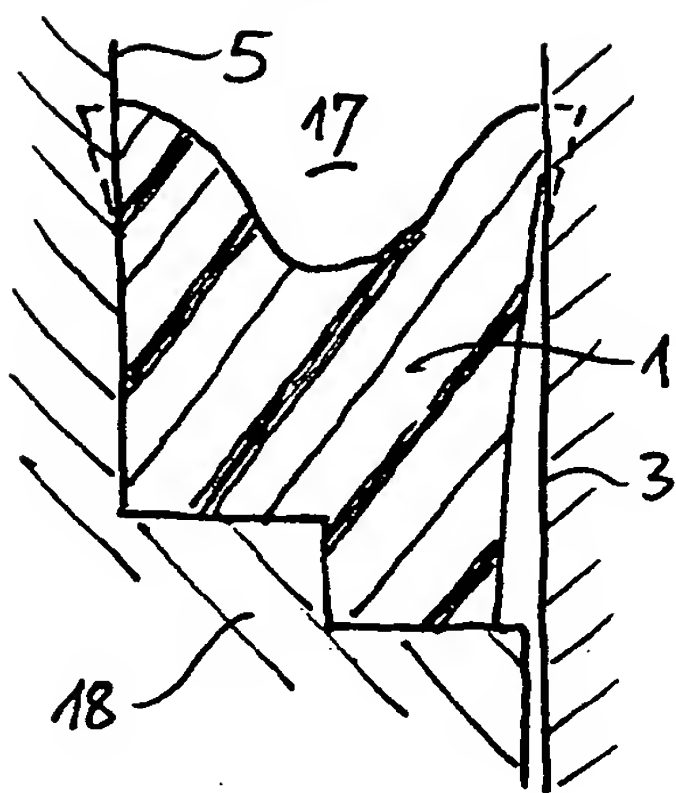


Fig. 6

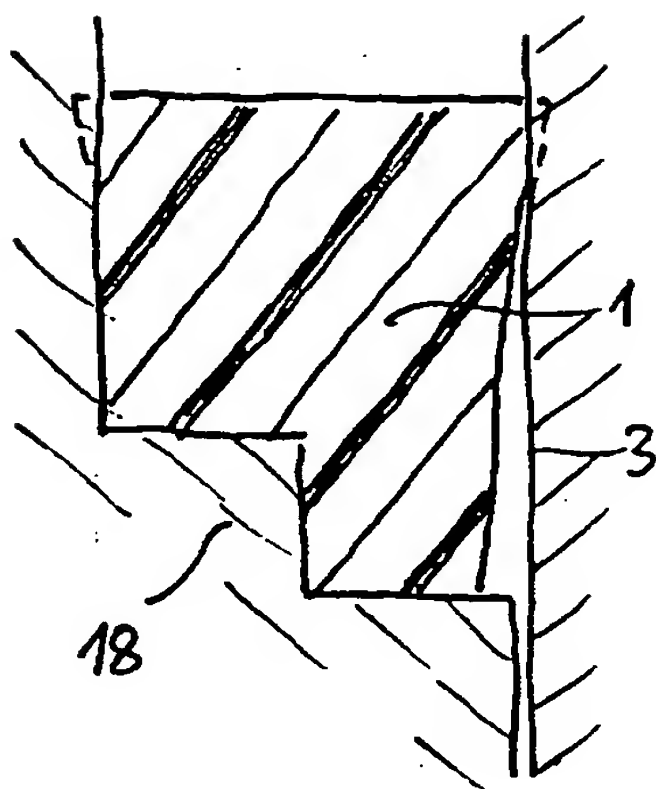


Fig. 7

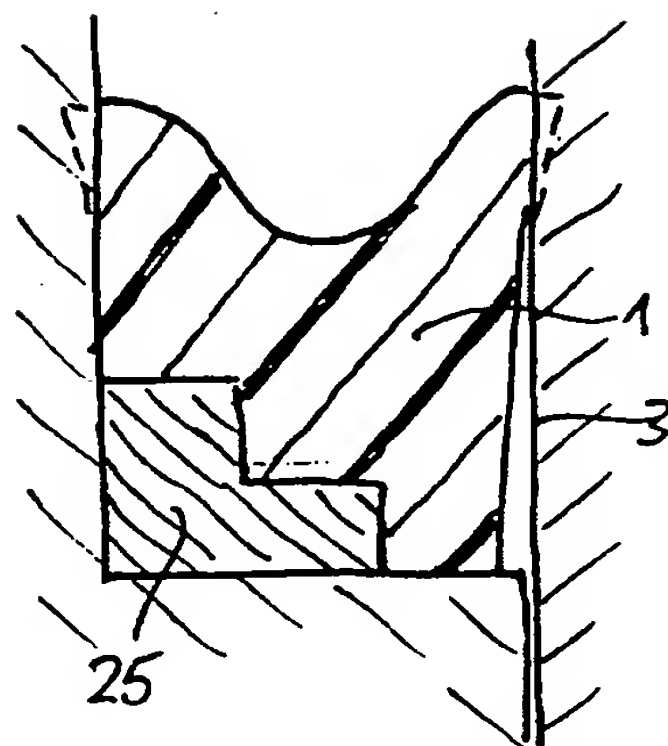


Fig. 8

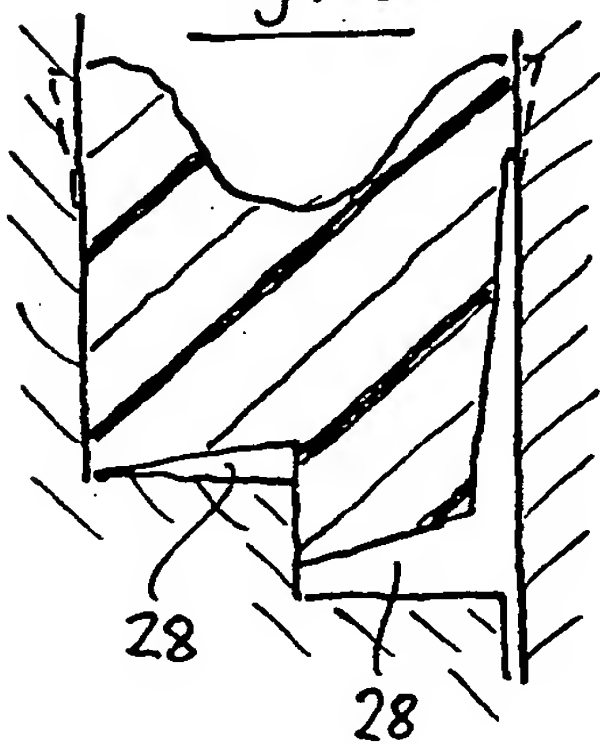


Fig. 9

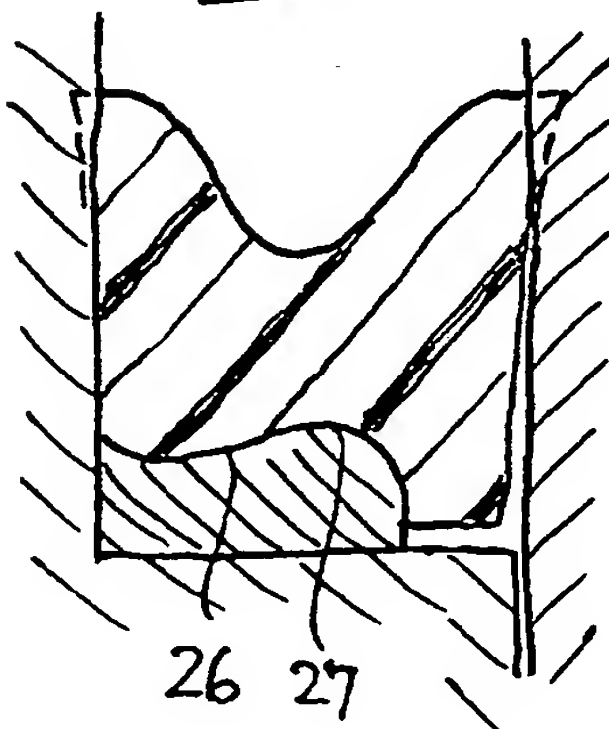


Fig. 10

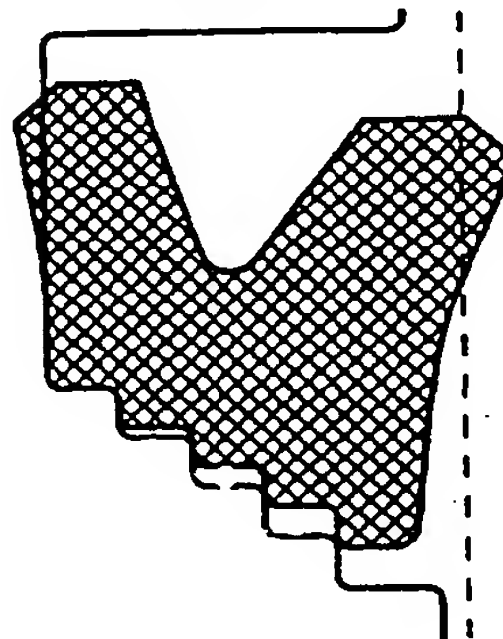


Fig. 11

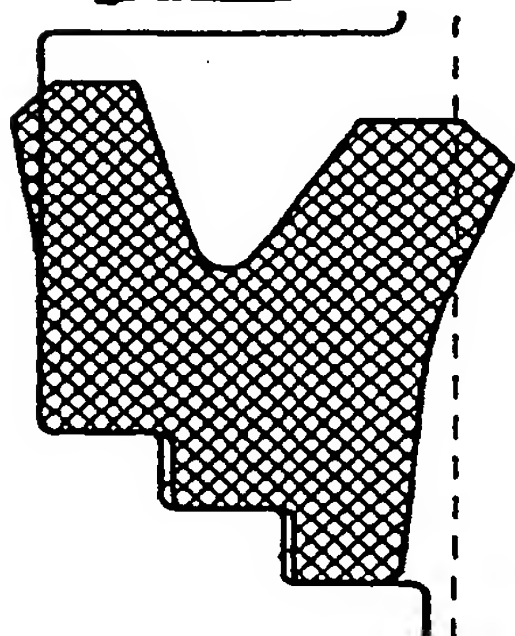
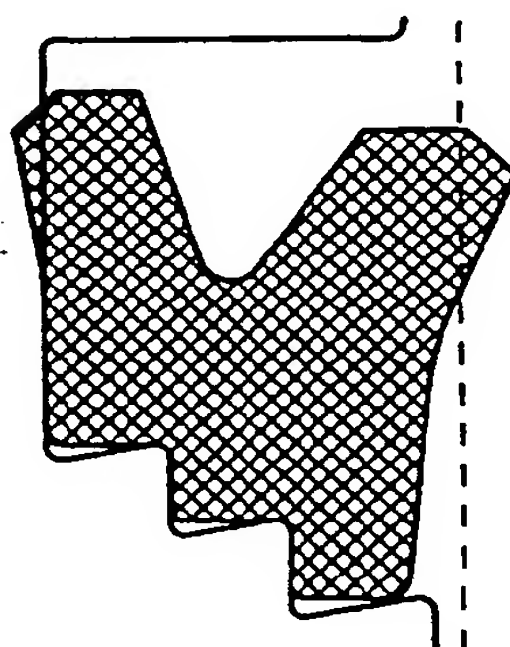


Fig. 12



04.09.97

Fig. 13

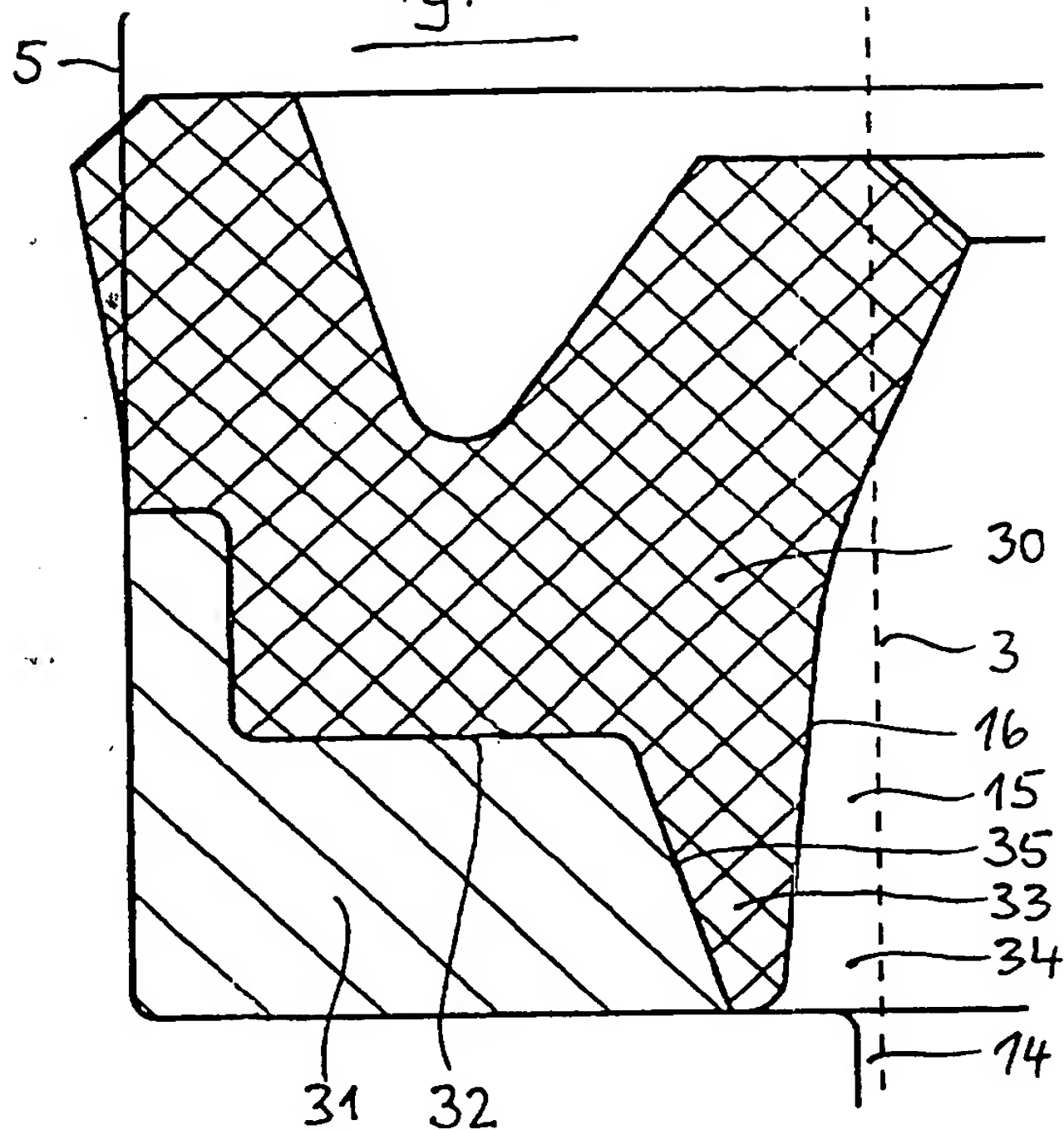


Fig. 14

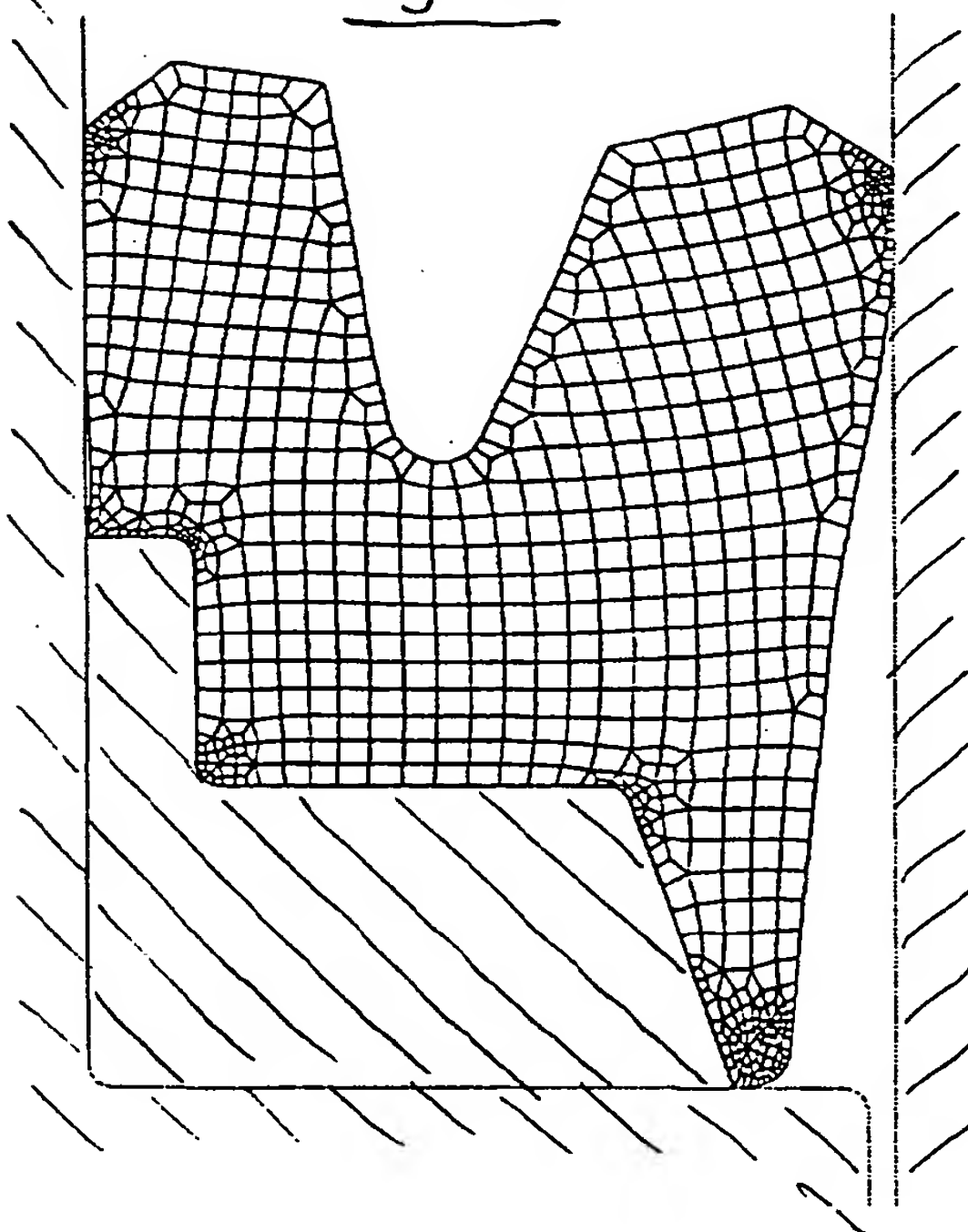


Fig. 15

